VISIT…

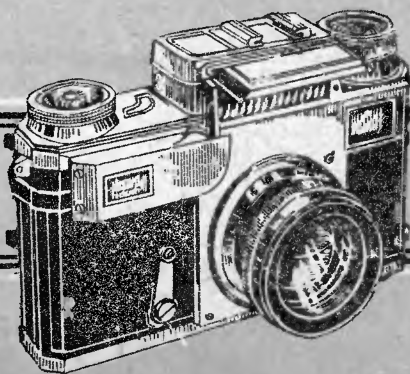
LANZAROTE

Caliente.COM

В. М. ФРИДМАН

ФОТОГРАФИЯ

черно–белая
цветная
стереоскопическая



В. М. ФРИДМАН

ФОТОГРАФИЯ

ЧЕРНО-БЕЛАЯ
ЦВЕТНАЯ
СТЕРЕОСКОПИЧЕСКАЯ

Второе издание, исправленное и дополненное

Государственное издательство
местной промышленности РСФСР
Москва — 1957

Глава IX

СТЕРЕОСКОПИЧЕСКАЯ (ОБЪЕМНАЯ) ФОТОГРАФИЯ

Стереоскопический[1] эффект

Восприятие внешнего мира одним глазом (монокулярное зрение) и двумя глазами (бинокулярное зрение) существенно различно. В первом случае восприятие пространственной формы предметов и относительного расположения отдельных предметов в пространстве практически отсутствует, во втором оно имеется.

При бинокулярном зрении поле зрения одного глаза перекрывается полем зрения другого.

Главной особенностью бинокулярного зрения является так называемый стереоскопический эффект, благодаря которому мы явственно ощущаем глубину пространства и объем находящихся в нем предметов, т. е. судим о пространственных отношениях этих предметов.

Сущность бинокулярного стереоскопического эффекта заключается в следующем. Если мы рассматриваем на близком расстоянии какой-либо предмет, то его изображение в каждом из наших глаз будет несколько отличаться: правый глаз будет охватывать этот предмет больше с правой стороны, а левый глаз — с левой стороны. Каждый глаз видит предмет со своей точки зрения. Это происходит оттого, что наши глаза расположены на некотором расстоянии друг от друга. Расстояние между центрами зрачков называется базисом стереоскопического зрения человека. У людей, главным образом в зависимости от их возраста и строения черепа, величина базиса колеблется между 55 и 73 *мм*. У большинства же взрослых людей базис стереоскопического зрения равен примерно 65 *мм*. Эта цифра и взята за основу при расчетах для стереофотографии.

[1] Слово «стереоскопия» состоит из двух греческих слов: stereo — объем и skopeo — вижу, наблюдаю.

Пространственное рельефное видение возможно, если в каждом из наших глаз получаются несколько различные изображения одних и тех же предметов. Возникающие вследствие этого при бинокулярном зрении несоответствия раздраженных мест сетчатой оболочки глаз (так называемая диспарантность) и являются причиной бинокулярного стереоэффекта.

Наше зрение способно различать рельефность предметов лишь до определенных пределов. Наиболее сильно бинокулярный стереоскопический эффект проявляется при рассматривании сравнительно близких предметов, находящихся непосредственно перед нами или на расстоянии нескольких метров от нас. Предметы, отстоящие от наблюдателя дальше, чем примерно на полкилометра, кажутся ему уже плоскими, слившимися с более отдаленными предметами. Это предельное расстояние, вне которого не различается разница при восприятии пространства одним и двумя глазами, называется радиусом стереоскопического видения.

Искусственно (при помощи различных приспособлений), раздвигая границы зрительного охвата (базиса) сторон рассматриваемого предмета, можно значительно усилить впечатление рельефности и увеличить дальность стереовидения.

Стереофотосъемка

Обыкновенная и стереоскопическая фотографии аналогичны монокулярному и бинокулярному зрению. Сущность стереоскопической съемки заключается в получении двух снимков — стереопары одного и того же сюжета, снятых с базисом примерно 65 *мм*. Оба снимка получаются не вполне идентичными, так как они представляют собой центральные проекции предметов с различным положением центров проекции. При соответствующем (см. ниже) рассматривании комбинации двух таких снимков получают пространственное восприятие сфотографированного сюжета. Следует указать, что для получения хорошего стереоскопического эффекта фотографическое качество обоих снимков стереопары должно быть одинаково.

Съемку объемных (стереоскопических) фотографий можно производить различными способами: специальным двухобъективным фотоаппаратом; обычным аппаратом, последовательно перемещая его при съемке на величину базиса; при помощи специальной зеркальной или призматической насадки, устанавливаемой перед объективом, например, фотоаппарата «ФЭД» и др.

Во всех указанных выше случаях стереофотосъемки в качестве светочувствительных фотоматериалов применяются обычные черно-белые или цветные фотоматериалы.

Еще в 1832 г. с появлением фотографии, кроме изготов-

ления стереоскопических пар графическими способами, были предприняты попытки постройки стереоскопических аппаратов. Из числа многих образцов стереоскопических аппаратов, предлагавшихся в то время, наиболее удачной конструкцией оказался аппарат Александровского.

В 1854 г. живописного цеха мастеру Александровскому Департаментом торговли и мануфактур России был выдан патент на «аппарат для снятия потребных для стереоскопа двух изображений в одно и то же время и одной и той же машиной».

Аппарат Александровского состоял из двух деревянных ящиков, вставлявшихся один в другой. Внутренняя часть ящиков была разделена на две половины деревянной перегородкой, задняя — являлась кассетной частью, в которую сначала вставлялось матовое стекло для наводки, а затем кассета со светочувствительной пластинкой.

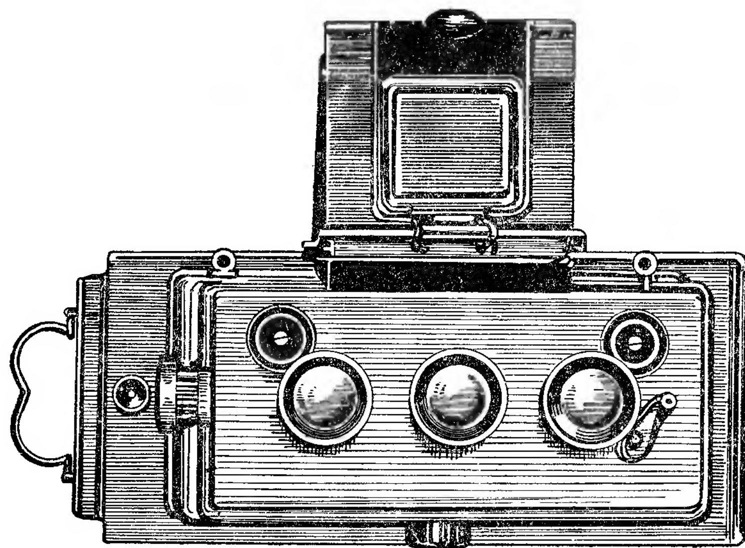


Рис. 88. Двухобъективный стереоскопический фотоаппарат

Передняя часть ящика имела два отверстия. В кольца, укрепленные на две раздвижные дощечки, ввинчивались объективы. Наводка на резкость производилась посредством вдвигания ящиков один в другой и передвижением дощечек.

Современный двухобъективный стереоскопический фотоаппарат (рис. 88), по существу, представляет собой как бы сдвоенную обыкновенную камеру, т. е. она характеризуется наличием двух объективов, расположенных на расстоянии друг от друга примерно на 65 *мм*, что, как уже указывалось,

соответствует среднему расстоянию между зрачками глаз различных людей. Формат камер обычно бывает 6×13 *см* (расстояние между центрами объективов 65 *мм*) и 4,5×10,7 *см* (расстояние между центрами объективов 63 *мм*). Для камер размером 4,5×10,7 *см* применяются объективы с фокусным расстоянием F=55—65 *мм*, для камер размером 6×13 *см* — с фокусным расстоянием F=75—90 *мм*. Для получения одинаковых снимков стереопары оба объектива должны иметь точно равные фокусные расстояния. Оптические оси объективов должны быть строго параллельны между собой и строго перпендикулярны плоскости изображения. Объективы необходимо располагать на одинаковой высоте. Требование точного совпадения плоскости матового стекла с плоскостью светочувствительного слоя, обязательное для всех камер, для стереоскопических камер имеет особенно важное значение. Ди-

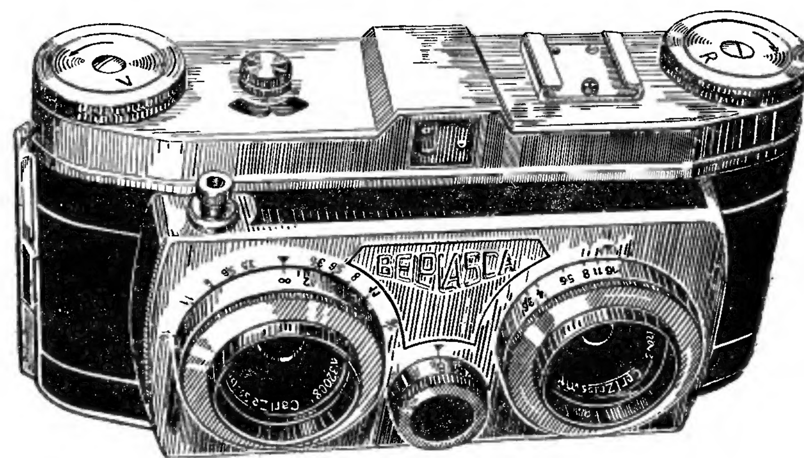


Рис. 89. Пленочный стереоскопический двухобъективный фотоаппарат

афрагмы у обоих объективов должны работать совершенно одинаково. Затворы должны давать совершенно одинаковые выдержки для обоих снимков. В фотоаппаратах некоторых конструкций на объективной доске камеры для наводки на снимаемое изображение имеется третий объектив, который отбрасывает изображение на зеркало видоискателя. По конструкции стереоскопические аппараты бывают ящичные и складные.

В последнее время разработана конструкция двухобъективного стереофотоаппарата, который позволит снимать любой пространственный объект на обычную 35-миллиметровую фотопленку (рис. 89).

Так, отечественной промышленностью выпускается стереоскопический фотоаппарат «Спутник», размер каждого кадра 6×6 *см.* Аппарат имеет два просветленных объектива Т-22 со спаренной наводкой на фокус и одновременным спуском затвора, а также зеркальный видоискатель. Затворы имеют синхроконтакт для съемки с вакуумными и импульсными лампами и автоспуск для самосъемки.

Стереофотосъемку неподвижных объектов можно производить и обычной камерой. Для этого производят два снимка, перемещая последовательно камеру на величину базиса (примерно на 65 *мм*). Для такого перемещения на штативе укрепляют то или иное приспособление в виде доски, на которой камера может удобно передвигаться на расстояние, равное нормальному базису. Это расстояние на доске заранее отмеряют. Съемку можно производить и с какого-либо подходящего готового основания (например, стола, стены и т. п.), на котором камера может быть просто передвинута на нужное расстояние или же может быть перенесена вместе со штативом. При использовании указанных выше приемов необходимо обеспечить параллельность оптических осей объективов при двух последовательных съемках. Это можно сделать, например, достигая идентичности положения на матовом стекле какой-либо отдаленной точки объекта съемки. При любом способе проведения двух последовательных стереоскопических съемок необходимо помнить об осуществлении одинаковых условий освещения и выдержки.

При стереоскопической съемке неподвижных объектов фотоаппаратами «ФЭД», «Зоркий» и «Киев» можно также применить следующий прием. Твердо держа руками аппарат на уровне глаз, наводят его на объект съемки и, не меняя положения рук, производят два снимка: один снимок — когда вес корпуса снимающего перенесен на левую ногу, а второй снимок — когда вес корпуса снимающего перенесен на правую ногу. Этим достигается перемещение аппарата на величину, примерно равную нормальному базису. При съемке очень удаленных объектов для увеличения базиса съемки следует отойти для второго снимка вправо на один-два шага. Такую съемку можно производить аппаратами с объективами с фокусным расстоянием $F=50$; 75 и 100 *мм.*

При съемке необходимо следить за тем, чтобы один и тот же объект переднего плана приходился предельно точно по отношению к какому-либо углу рамки визира.

На одну катушку (длиной 1,6 м) перфорированной фотопленки таким образом можно снять 18 стереопар.

Для стереофотосъемки подвижных объектов фотоаппаратом «ФЭД» можно применить разработанную С. П. Ивановым зеркальную стереонасадку, показанную на рис. 90.

Насадка представляет собой два зеркала наружного отражения. Угол между зеркалами близок к 170° и изменяется в зависимости от угла поля зрения объектива и от расстояния до предметов переднего плана. С. П. Ивановым выведена эмпирическая формула, которой при работе с зеркальной насадкой можно пользоваться:

$$S \cong \frac{1}{50} L,$$

где: S — расстояние между оптическим центром объектива и стыком зеркальных отражающих поверхностей;

L — расстояние до предметов переднего плана.

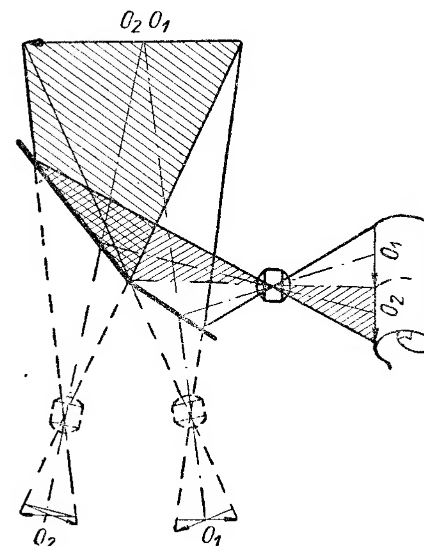


Рис. 90. Схема зеркальной стереонасадки конструкции С. П. Иванова к аппаратам „ФЭД" и „Зоркий"

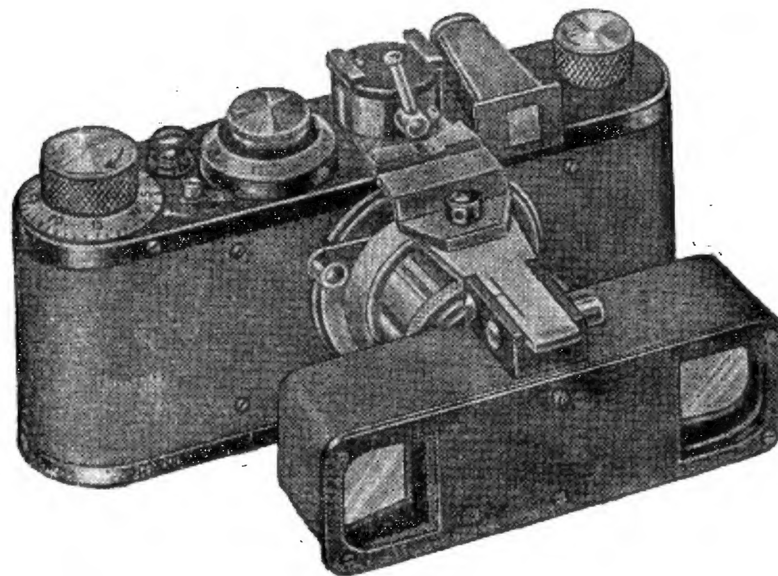


Рис. 91а. Стереонасадка

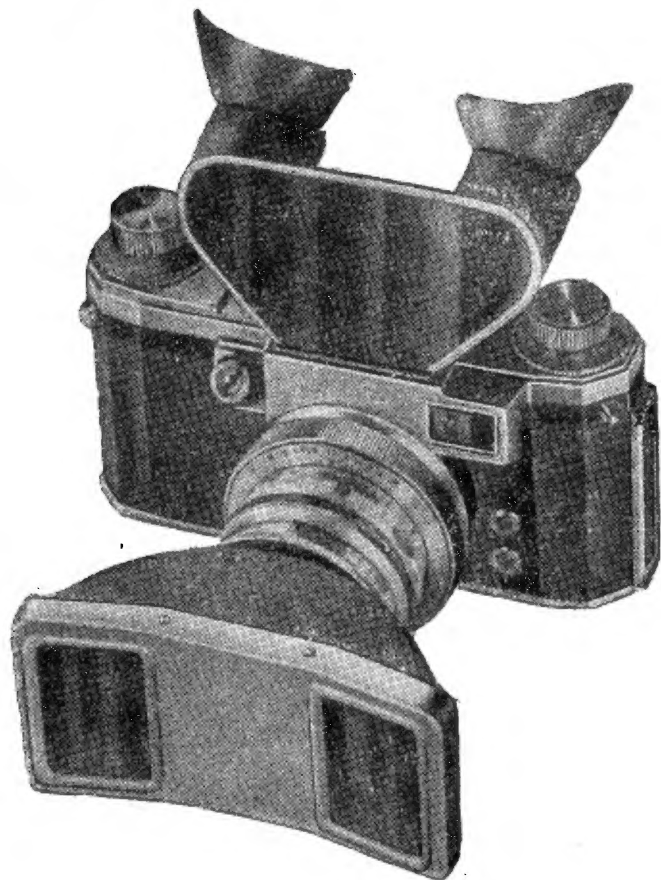


Рис. 91б. Стереонасадка

Хорошие результаты стереоскопической фотосъемки подвижных и неподвижных объектов фотоаппаратами типа «ФЭД» и «Зоркий» получаются при применении специальных призматических насадок (рис. 91).

Эти насадки надеваются на переднюю оправу объектива фотоаппарата. Расстояние между двумя входными отверстиями приставки и является базисом стереосъемки. Приставка имеет две системы призм, с помощью которых «правое» и «левое» изображения снимаемого объекта накладываются на пленку, заряженную в аппарате. В результате в поле

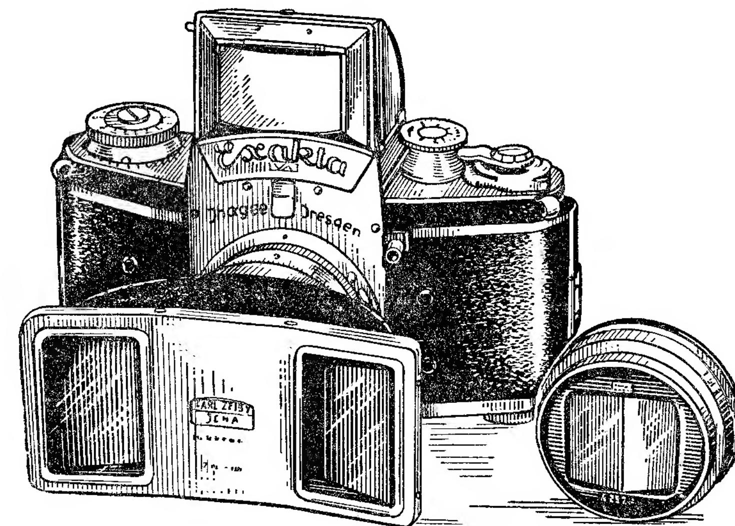


Рис. 91в. Стереонасадка

изображения 24$\times$36 *мм* возникает два стереоснимка («левый» и «правый») размером 18$\times$24 *мм* (полезная площадь каждого снимка 15$\times$22 *мм*).

Фирмой «Цейсс» выпущено два типа таких стереоприставок.

Большая стереоприставка (рис. 91б и 91в с базисом 65 *мм* для стереосъемки объектов на расстоянии от ∞ до 2 *м* и малая стереоприставка с базисом 12 *мм* для стереосъемки объектов на расстоянии от 2 *м* до 0,2 *м*.

Этой фирмой выпущена также специальная стереонасадка, дающая возможность производить съемку на расстоянии $\sim$5 *см*.

Фотолабораторная обработка стереоскопических снимков

Фотолабораторная обработка стереоскопических снимков по существу ничем не отличается от обработки обыкновенных снимков и производится на обычной фотолабораторной аппаратуре в соответствии с сортом и назначением фотоматериала.

Очень важное значение имеют аккуратное проявление и обращение с негативом, так как всякие царапины, пятна и т. п., даже очень незначительные, особенно заметны при стереоскопическом рассматривании и сильно портят впечатление. Ретуширование возможно здесь лишь отчасти и не всегда может помочь делу, потому что даже незначительная разница в выполнении ретуши, не заметная в обычных условиях, воспринимается при наблюдении в стереоскоп. Полная однородность фотографического изображения и тщательная обработка двух половин стереопары являются основными существенными требованиями при фотолабораторной обработке стереоснимков.

Что касается выбора позитивного материала, то следует применять глянцевую фотобумагу, потому что у шероховатых фотобумаг видна их структура. Следует указать, что даже плохо выполненные снимки при стереоскопическом рассматривании «оживают» благодаря стереоскопическому эффекту, но впечатление от подобных снимков в художественном отношении не вполне удовлетворительно.

Специальным вопросом, с которым приходится сталкиваться при работе со стереоскопическими отпечатками, является вопрос о монтировании стереоскопической пары. При использовании для съемки стереоскопических фотоаппаратов некоторых конструкций при последующей печати позитивов левый снимок стереопары занимает при рассматривании отпечатков положение правого снимка и наоборот. Поэтому в таких случаях необходимо разрезать отпечаток и переместить его половины. Полученные половины отпечатка дальше нужно правильно смонтировать, что выполняется следующим образом. Стереоскопический снимок будет правильно наклеен только тогда, когда правый снимок занимает правое положение, а левый — левое и когда оси линз стереоскопа будут проходить через главные точки каждой половины стереоскопического снимка, т. е. через центры пересечения оптических осей объектива с поверхностью пластинки при съемке. Так как каждая из половин снимка имеет обычно прямоугольную форму, то положение главной точки определяется как пересечение диагоналей прямоугольника. Это будет справедливо, разумеется, только в том случае, если плоскость, проведенная мысленно через оптические оси обоих объективов, пересечет пластинку посередине, т. е. если объективы расположены симметрично по отношению к верхнему и нижнему ребрам пластинки. Для правильного монтирования снимки (позитивы стереопары) надо поместить так, чтобы центры их лежали на прямой, параллельной обрезу прямоугольного картона, на который наклеивают снимки, причем главные точки их должны находиться друг от друга на расстоянии (рис. 92) 65 *мм* (расстояние между центрами глаз наблюдателя).

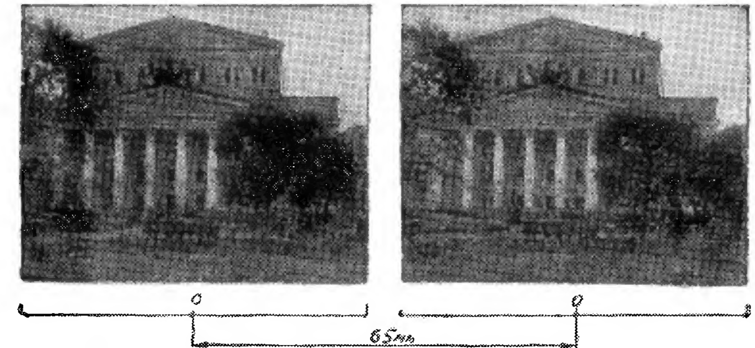


Рис. 92. Смонтированные позитивы стереопары

Стереоскопическое рассматривание снимков при помощи специальных очков и стереоскопов

Еще очень давно был известен так называемый анаглифный стереоскопический метод, сущность которого заключается в том, что два сопряженных изображения проецируются на один экран через специальные фильтры. Фильтры выбирают такие, у которых пучок света, прошедший через один фильтр, не пропускается другим. Зритель вооружается очками с такими же светофильтрами. Таким образом, каждый глаз зрителя через свой светофильтр видит только одно изображение, а наложение обоих снимков стереопары создает эффект черно-белого стереоскопического изображения. Анаглифная стереоскопическая фотография основывается на таком же принципе. Один отпечаток стереопары окрашивается (обычно вирируется) в синий цвет, а другой — в желтый. Стереоскопическое рассматривание этих отпечатков производится при использовании специальных очков, состоящих из синего и желтого фильтров. Обычно при выборе цвета фильтров кривую спектральной чувствительности человеческого глаза делят между обоими глазами следующим образом: один светофильтр (синий) пропускает лучи с длиной волны от 400 до 550 $m\mu$ и от 640 до 700 $m\mu$, другой светофильтр (желтый) пропускает лучи с длиной волны от 550 до 640 $m\mu$.

Окраска отпечатков стереопары производится протравным вирированием. Из протрав могут быть использованы хромовая, железосинеродистая, иодная и медно-роданистая. Хорошие результаты были получены с медно-роданистой протравой. Для окрашивания протравленного изображения пригодны основные и кислотные красители. Желательно применение светопрочных красителей. Концентрацию красителей берут обычно 0,1—0,2%. Время окраски при температуре 18—20° — 6—7 мин. В ряде случаев после окрашивания применяется кислотная ванна в течение 2—3 мин. (0,5%-ный раствор уксусной кислоты) с последующим 10-минутным промыванием водой. Временем пребывания изображения в кислотной ванне и в промывной воде можно регулировать степень насыщенности цвета окрашенного позитива. Светофильтры, находящиеся в очках для рассматривания стереоизображения, изготовляют так же, как и пленочные желатиновые светофильтры.

Анаглифный метод получения стереоизображения в ряде случаев дает хорошие результаты, однако он имеет много недостатков; к наиболее серьезным из них следует отнести невозможность получения цветных стереоскопических изображений.

Для визуального рассматривания стереоскопического изображения существуют специальные приборы — стереоскопы, в основе конструкции которых лежит принцип, заключающийся в том, что рассматривание обоих изображений стереопары производится таким образом, чтобы «левые» и «правые» кадры рассматривались соответственно только левым или правым глазом. Стереоскопы бывают призменные, зеркальные и комбинированные. Наиболее распространены призменные стереоскопы, которые дают возможность аккомодации глаза в отношении стереопары, расположенной на близком расстоянии. Снимки помещаются в главной фокальной плоскости линз, фокусное расстояние которых должно быть равно фокусному расстоянию объективов, при помощи которых сделаны снимки.

В настоящее время отечественная промышленность выпускает два наиболее распространенных стереоскопа: школьный стереоскоп и стереоскоп с дисками. Для стереоскопа с дисками (рис. 93) пригодны только специальные диски со стереоскопическими изображениями. (Эти диски выпускаются заводом «Диафото».) Фотолюбителю изготовить такие диски самому очень трудно. Поэтому наиболее приемлемым (из выпускающихся в настоящее время в продажу) для рассматривания снятых стереоскопических изображений является школьный стереоскоп.

На рис. 94 дана принципиальная схема школьного стереоскопа. Свет от точек стереопары (П и Л) падает на линзы и

достигает хрусталиков глаз в виде параллельных пучков 1—3—5 и 2—4—6, т. е. идет параллельно направлению осей 1-П и 2-Л.

При рассматривании в любой стереоскоп или без него обе половины стереоснимков должны быть хорошо и одинаково освещены.

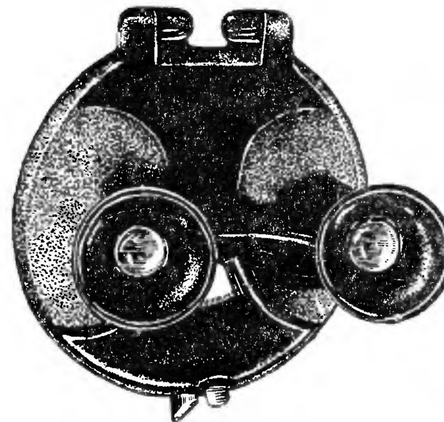


Рис. 93. Стереоскоп с дисками

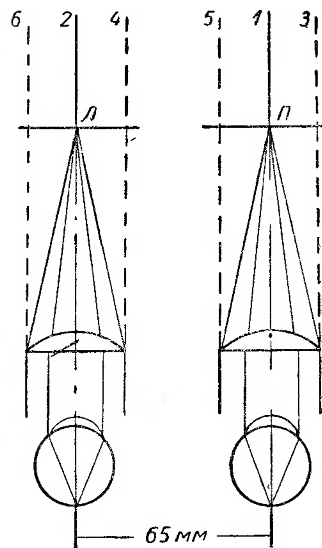


Рис. 94. Принципиальная схема школьного стереоскопа

При стереоскопическом рассматривании иногда вследствие допущенных ошибок наблюдается своеобразное явление, которое получается, если при монтировании стереопары правый снимок был помещен налево, а левый — направо. В этом случае наблюдается обратный рельеф: выступающие вперед части предметов кажутся уходящими вдаль и наоборот.

Изменение впечатления рельефа происходит не только при перестановке снимков, но и при неправильном их повороте (вращении).

Для рассматривания стереоснимков, полученных с помощью стереоприставки, помимо описанного выше способа печати позитивов, на фотобумаге применяется метод так называемого непосредственного стереонаблюдения. По этому методу стереосъемка (с применением стереонасадки) производится на пленке с обращением.

В результате проявления такой пленки на ней получается непосредственное позитивное изображение стереопары снимаемого объекта. Для рассматривания таких снимков фирмой «Цейсс» выпущен стереонаблюдатель, который имеет оптическую схему, обратную стереоприставке. По принципу стерео-

наблюдателя фирмой «Цейсс» выпущены также специальные стереопроекционные аппараты, которые дают возможность рассматривать стереоснимки, полученные с помощью стереоприставки на экране с большим увеличением.

Стереоскопическое рассматривание снимков без наглазных приспособлений

Существуют такие способы объемной фотографии, которые дают стереоэффект без стереоскопов и других каких бы то ни было наглазных приспособлений. К этим способам относится растровый. В основе этой стереоскопической фотографии лежит растр, представляющий собой оптическую систему, которая составлена из множества мелких оптических элементов, расположенных на общей поверхности и соответствующим образом ориентированных. Различные типы растров в зависимости от структуры и распределения оптических элементов на их поверхности имеют различные свойства.

Для стереоскопической фотографии одними из наиболее приемлемых оказались линзо-растровые системы. Схема одной такой системы (с полуцилиндрическими элементами растра) показана на рис. 96. Различными техническими приемами, например выдавливанием гофрированной матрицей или механическим вырезанием (выгравированием) линзовых элементов, растр может быть нанесен на поверхность фотопленки. Если при печати на такую растровую фотопленку после произведенного экспонирования изображения объектив сдвинуть перпендикулярно его оптической оси и перпендикулярно направлению линиатуры растра, а затем вторично экспонировать изображение, то при соответствующем сдвиге объектива на фотослое будут экспонированы элементы в промежутках между элементами, экспонированными в первый раз. Помещая глаз в положение, которое занимал объектив при первой экспозиции, можно увидеть элементы изображения, экспонированного в первый раз. Помещая глаз в положение, которое занимал объектив при второй экспозиции, можно увидеть изображение, снятое во второй раз.

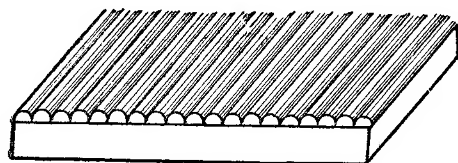


Рис. 95. Схема расположения полуцилиндрических элементов растра на растровой фотопленке

Таким же образом на растровую фотопленку можно впечатывать и два различных снимка. В этом случае при рассматривании с различных точек зрения можно наблюдать два различных изображения. Такие картины иногда в рекламных целях делают на непрозрачном растре, выполненном в виде

решетки вертикальных жалюзи. При прохождении мимо таких решетчатых картин можно видеть два различных рисунка в одной и той же раме картины. Если на растровую пленку экспонировать сопряженные изображения нормальной стереопары двумя объективами, расположенными по горизонтали на расстоянии друг от друга ~ 65 *мм*, то, помещая правый и левый глаза одновременно в положение, занимаемое ранее объективами, можно увидеть каждым глазом свое изображение, а в результате этого, как уже указывалось, возникает стереоскопическая картина.

Линзо-растровые фотопленки и принцип их получения

Линзо-растровая фотопленка представляет собой пленку с оптическим растром в виде мелких линзочек, покрывающих одну ее сторону (обратную эмульсионной). Конструктивно линзочки выполняются из прозрачного материала основы фотопленки (целлулоида) путем ее гофрирования. Как уже указывалось, одним из приемлемых растров для стереоскопической фотографии является растр с полуцилиндрическими элементами (см. рис. 95), идущими вдоль фотопленки. Процесс изготовления такого растра несколько проще по сравнению с другими. Радиусы кривизны и ширины линзовых элементов растра подбирают в зависимости от толщины фотопленки.

Линзо-растровая фотопленка может быть двух сортов, а именно:

а) линзо-растровая фотопленка для непосредственной съемки стереоскопического негатива, обращаемого при последующей фотолабораторной обработке в позитив;

б) линзо-растровая фотопленка для фотопечати, т. е. для получения стереофотоотпечатков посредством проекционной копировки изображения.

Самым трудным в процессе изготовления линзо-растровой фотопленки является получение матрицы гофрированной поверхности, имеющей микроскопические цилиндрические канавки, соответствующие профилю растра. Канавки должны иметь совершенно гладкую поверхность, абсолютно точный радиус кривизны и точную ширину растровых элементов, а также должны вплотную прилегать друг к другу. Нанесение на фотопленку (тиснение) линзового растра обычно выполняется на фабриках кинопленки, однако в отдельных случаях для фотопленки небольших размеров тиснение можно провести и вручную.

Процесс ручного тиснения производится следующим путем: сначала смачивают матрицу растворителем, подобранным для данного вида целлулоидной основы фотопленки. На смоченную матрицу накладывают фотопленку целлулоидной

сторoной к растру матрицы, эмульсионной стороной вверх, и накатывают ее резиновым валиком. Эта операция требует определенного навыка и проводится так, чтобы усилие, оказываемое на резиновый валик при накатке (тиснении), было одно и то же, ибо при изменении величины этого усилия можно получить различную кривизну линз на фотопленке, что будет сказываться на качестве стереофотоизображения. Фотопленку вместе с матрицей выдерживают 5—10 минут. За это время целлулоидная поверхность фотопленки, набухшая в растворителе, принимает форму рельефа матричного гофра. После этого фотопленку снимают с матрицы, и на ее поверхности остается необходимый рельеф линзового растра. Линзо-растровая фотопленка, полученная ручным тиснением, дает вполне удовлетворительные по качеству стереофотографии.

При изготовлении линзо-растровой фотопленки необходима полная однородность основы (целлулоида), на которую нанесена сеть линзочек; в противном случае, фокусное расстояние отдельных линз будет различным. То же самое относится и к толщине основы, которая должна быть соблюдена очень точно. Линзо-растровая фотопленка не должна иметь противоореольного подслоя между основой и фотографической эмульсией, так как экспонирование светочувствительного слоя этой фотопленки производится через основу (см. ниже).

В качестве светочувствительного слоя на линзо-растровую основу могут быть нанесены любые сорта фотографических эмульсий. Для позитивного процесса может быть применена несенсибилизированная эмульсия с хлористым или бромистым серебром. Так как к линзо-растровой фотопленке предъявляются большие требования в отношении разрешающей способности, то необходимо выбирать фотопленки с особенно мелкозернистыми эмульсиями и по возможности с тонким эмульсионным слоем.

Для получения стереофотографии на непрозрачной подложке наиболее просто закрасить белой краской уже проявленную и отфиксированную линзо-растровую пленку.

Для получения линзо-растровой фотобумаги можно использовать обычные фотобумаги с нанесенным на них желатиновым линзо-растровым слоем. Можно линзо-растровый желатиновый слой изготовлять отдельно и уже в готовом виде склеивать его со светочувствительным слоем фотоподложки. Получение желатинового гофра на бумажной подложке встречает ряд затруднений. Наиболее тонкая структура такого гофра может быть получена по методу задубливания хромированного желатина, копировкой соответствующих растровых сеток и последующим вымыванием желатинового рельефа.

Принципиально, совершенно так же, как описано выше, может быть получена линзо-растровая фотопленка для печати цветных стереоизображений. В качестве фотоматериала в этом случае наиболее целесообразно воспользоваться трехслойными фотопленками с обращением для непосредственного получения на них цветного стереоскопического изображения.

Проекционная печать и проявление линзо-растровых фотопленок

Печать позитивного стереоскопического изображения на линзо-растровом фотоматериале требует совмещения двух изображений стереопары на одну общую площадь отпечатка, но так, чтобы каждое из этих изображений было раздельно видимо с той точки зрения, с которой в дальнейшем это изображение должно будет рассматриваться правым или соответственно левым глазом наблюдателя. Обычно это осуществляется при помощи стереоскопической проекционной печати, которая заключается в том, что изображение стереопары проицируется на растровую фотопленку (фотобумагу) специальным двухобъективным проекционным аппаратом. Один из таких аппаратов показан на рис. 96.

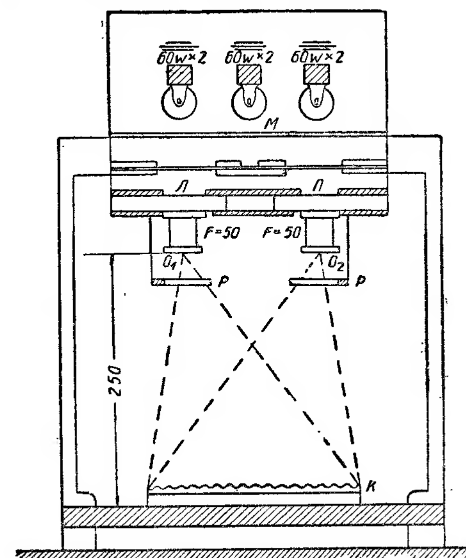


Рис. 96. Схема проекционного аппарата для печати стереоскопических фотографий на растровые фотоматериалы:

М — матовое стекло; *Л* — „левый“ негатив; *П* — „правый“ негатив; O_1 и O_2 — объективы; *К* — линзо-растровая фотопленка; *Р* — светофильтры

В этом аппарате процесс фотографической печати стереоскопических изображений на линзо-растровую фотопленку осуществляется следующим образом: стереопары (в виде двух негативов — «правого» и «левого») сопряженных изображений *Л* и *П* проицируются двумя объективами O_1 и O_2 на линзо-растровую пленку *К* с расстояния примерно 250 *мм*. Расстояние между объективами равно приблизительно 65 *мм*. Для освещения негатива служит фонарь с шестью лампами накаливания *М* по 60 ватт каждая. Негативы освещаются

через матовое стекло для большей равномерности освещения всей площади обоих негативов. В качестве проекционных объективов служат два объектива «ФЭД» с относительным отверстием 1 : 2 и с фокусным расстоянием $F=50$ *мм*.

Объективы могут перемещаться при помощи ползунков в пазах в плоскости, параллельной столу, а также вдоль оси, т. е. перпендикулярно столу (для фокусирования изображения). «Правый» и «левый» негативы стереопары помещают в проекционно-копировальный аппарат в специальных рамках между матовым стеклом и объективами.

Одним объективом на линзо-растровую фотопленку, помещенную на столе, проицируется «правое», а другим объективом — «левое» изображение.

Линзо-растровую фотопленку помещают на столе в зажимную рамку так, чтобы линиатура растра была направлена перпендикулярно плоскости, проходящей через объективы. Прежде всего выверяют фокусировку изображения в плоскости линзо-растровой фотопленки (т. е. проверяют резкость получаемого при проекции изображения в плоскости фотопленки). Для этого один объектив закрывают крышкой и проекцию ведут только одним объективом. Чтобы не экспонировать фотопленку во время фокусирования, на пути лучей устанавливают красный светофильтр. Затем точно таким же образом проверяют фокусировку второго изображения стереопары вторым объективом. После этого на линзо-растровую фотопленку через красные светофильтры проицируют одновременно оба («правое» и «левое») изображения стереопары. Сдвигом объективов в плоскости, параллельной столу (т. е. фотопленке), производится совмещение контуров «правого» и «левого» изображений на площади линзо-растровой фотопленки. В том случае, если изображения не удается совместить (когда они, например, повернуты одно относительно другого вокруг вертикальной оси), поворачивают оси негативов для достижения совпадения осей обоих изображений, спроицированных на линзо-растровую фотопленку. В случае обнаружения разномасштабности получаемых изображений в плоскости линзо-растровой фотопленки уравнивают масштабы «правого» и «левого» изображений сдвигом объективов в вертикальном направлении. При этом, конечно, нарушается фокусировка изображений. Чтобы компенсировать нарушенную резкость изображения, объективы диафрагмируют.

Прежде чем производить печать стереоскопического изображения после окончания всех регулировок и подстроек аппаратуры, производят визуальный контроль получаемого стереоэффекта. Для этого оба («правое» и «левое») изображения проицируют одновременно на поверхность линзо-растровой фотопленки через красные светофильтры. Совмещенные на линзо-растровой фотопленке изображения рассматривают сбоку от проекционного аппарата с расстояния, приблизительно равного 250 *мм,* т. е. глаза наблюдателя находятся на одном уровне с объективами.

После проведения указанного выше визуального контроля производят печать, а затем проявляют экспонированную растровую фотопленку. Как уже указывалось, фотолабораторная обработка растровой фотопленки по существу ничем не отличается от обработки обыкновенных снимков. Порядок обработки, рецептуру растворов и технику фотолабораторной обработки выбирают в соответствии с сортом фотоматериалов (черно-белый, цветной, обратимая фотопленка или фотобумага). Для проявления используется обычная фотолабораторная аппаратура (кюветы, бачки).

Цветное стереоскопическое изображение

В заключение следует указать, что значение цвета в стереофотографии особенно велико. Именно цвет помогает преодолению впечатления мертвых и застывших форм, которые можно иногда наблюдать в черно-белой стереофотографии. Но не всякий цвет хорошо сочетается с объемом. Искаженные цвета, даже в сочетании с предельно удачным стереоэффектом, вызывают неприятное ощущение. Зато цвет, насыщенный и близкий к реальному, открывает новые возможности и делает цветное стереофотоизображение одним из наиболее выразительных видов изобразительного искусства.

---

http://entomology.ru/